

5

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-290504

(43)Date of publication of application : 11.11.1997

(51)Int.Cl.

B41J 2/015

B41J 2/01

(21)Application number : 08-107165

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 26.04.1996

(72)Inventor : AIZAWA JUNICHI

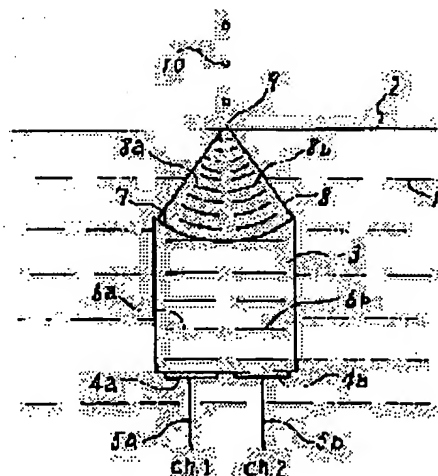
FUKUMOTO HIROSHI

(54) LIQUID DROPLET EJECTOR AND PRINTER USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance resolving power by eliminating the shift of a liquid droplet emitting position from the focus of an acoustic lens by controlling the emitting direction of the liquid droplets emitted from the vicinity of the focus of the acoustic lens by regulating the vibration phases of at least two vibrators among a plurality of vibrators.

SOLUTION: A member 3 arranged so that the focal position of an acoustic lens 7 formed to a first surface becomes the vicinity of the liquid surface 2 of ink, a plurality of vibrators 4a, 4b generating ultrasonic waves same in drive frequency propagated through the member 3 toward the acoustic lens 7 are provided and a plurality of the vibrators 4a, 4b are arranged on the second surface of the member 3 along a predetermined direction and the acoustic lens 7 is arranged so that the focal position of the acoustic lens 7 becomes the vicinity of the liquid surface 2 of ink 1. By regulating the vibration phases of at least two vibrators among a plurality of the vibrators 4a, 4b, the emitting direction of liquid droplets emitted from the vicinity of the focus of the acoustic lens can be regulated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.04.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

6

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-290504

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
B 4 1 J	2/015		B 4 1 J	3/04	1 0 3 Z
	2/01				1 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平8-107165

(22) 出願日 平成8年(1996)4月26日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 相澤 淳一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 福本 宏

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

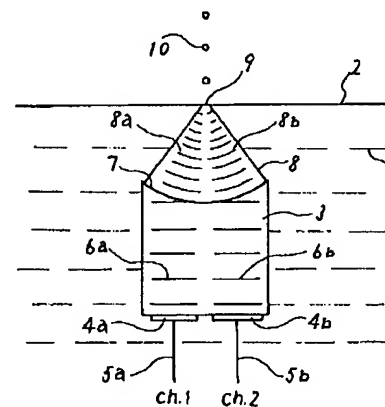
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 液滴エジェクタおよびこれを用いた印刷装置

(57) 【要約】

【課題】 液滴エジェクタの解像度が低かったこと。

【解決手段】 第1の面に形成した音響レンズ7の焦点の位置がインク1の液面2付近となるように配置した部材3および音響レンズ7に向かって部材内を伝播させる駆動周波数が同じ超音波を発生する複数の振動子4a、4bを備え、複数の振動子4a、4bを部材3の第2の面上に所定方向に沿って配置し、音響レンズ7の焦点の位置がインク1の液面2付近となるような位置に音響レンズ7を配置するとともに、複数の振動子4a、4bのうちの少なくとも2つの振動子が振動する位相を調節することにより、焦点の付近から吐出する液滴の吐出方向を調節できるようにした。



1: インク
2: インク液面
3: 基板
4a, 4b: 振動子
6a, 6b: 超音波
7: 音響レンズ
8a, 8b: 集束超音波
9: 集束点
10: 液滴

【特許請求の範囲】

【請求項1】 インク内に位置し、第1の面に形成した音響レンズの焦点の位置が上記インクの液面付近となるように配置した部材および上記音響レンズに向かって上記部材内を伝播させる駆動周波数が同じ超音波を発生する複数の振動子を備え、

上記複数の振動子を上記部材の第2の面上の所定の方向に沿って配列し、

上記複数の振動子のうちの少なくとも2つの振動子が振動する位相を調節することにより、上記焦点の付近から吐出する液滴の吐出方向を調節できるように構成したことを特徴とする液滴エジェクタ。

【請求項2】 部材を複数個有し、かつこれら複数の部材を所定の方向に沿って配列したことを特徴とする請求項1に記載の液滴エジェクタ。

【請求項3】 部材は直方体状の部材であって、第1の面と対向する第2の面に複数の振動子を格子状に配列したことを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載の液滴エジェクタ。

【請求項4】 部材は板状の部材であって、この板状の部材の端面である第1の面と対向する端面である第2の面に複数の振動子を所定の方向に沿って配列したことを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載の液滴エジェクタ。

【請求項5】 部材の第1の面は矩形であり、この第1の面に形成する音響レンズの口径は上記矩形の短辺の長さよりも大きくしたことを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の液滴エジェクタ。

【請求項6】 音響レンズの口径の中心が第1の面の短辺の中心に位置する部材を上記口径の中心が所定の直線上に位置するように互い違いに2列に配列したことを特徴とする請求項5に記載の液滴エジェクタ。

【請求項7】 音響レンズの口径の中心が第1の面の長辺の中心に位置する部材を上記口径の中心が所定の直線上に位置するように互い違いに2列に配列したことを特徴とする請求項5に記載の液滴エジェクタ。

【請求項8】 各部材に配列した複数の振動子を駆動する駆動信号の位相変化の同期をとり、上記各部材に配列した複数の振動子を駆動する駆動信号の位相を周期的に変化させるとともに、画像信号に応じて個々の上記振動子の駆動を制御することにより、液滴を選択的に吐出させることを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の液滴エジェクタ。

【請求項9】 第2の面に配列した個々の振動子が振動することにより発生した個々の超音波を分離するように部材内にスリットを形成したことを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の液滴エジェクタ。

【請求項10】 少なくとも2つの振動子の位相差が大きくなるに従ってこれらの振動子を駆動する駆動信号の振幅を大きくするように構成したことを特徴とする請求

項1から9のいずれかに記載の液滴エジェクタ。

【請求項11】 液滴の直径よりも小さな直径を有する穴を設けた部材を有し、かつ音響レンズの焦点に対応する位置に上記穴が位置するように上記部材をインクの液面の上に配置したことを特徴とする請求項1から10のいずれかに記載の液滴エジェクタ。

【請求項12】 液滴の直径よりも小さな幅を有するスリットを設けた部材を有し、かつ音響レンズの焦点に対応する位置に上記スリットが位置するように上記部材をインクの液面の上に配置したことを特徴とする請求項1から10のいずれかに記載の液滴エジェクタ。

【請求項13】 インクから液滴を吐出させて、記録紙にこの液滴を付着させて印刷する印刷装置であって、上記インク内に位置し、第1の面に形成した音響レンズの焦点の位置が上記インクの液面付近となるように配置した部材および上記音響レンズに向かって上記部材内を伝播させる駆動周波数が同じ超音波を発生する複数の振動子を備え、上記複数の振動子を上記部材の第2の面上の所定の方向に沿って配列し、上記複数の振動子のうちの少なくとも2つの振動子が振動する位相を調節することにより、上記焦点の付近から吐出する液滴の吐出方向を調節できるように構成した液滴エジェクタを備えたことを特徴とする印刷装置。

【請求項14】 部材を複数個有し、かつこれら複数の部材を所定の方向に沿って配列したことを特徴とする請求項13に記載の印刷装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波を利用して必要に応じてインクの液面より液滴を吐出させ、記録紙に文字や画像情報を印刷するインクジェットプリンタなどの印刷装置に関するものであり、特にこの印刷装置において、インクの液滴を吐出させるための液滴エジェクタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】インクジェット方式の特徴としては、まずインクを液滴として直接記録紙に向かって吐出させることにより、記録紙に付着させ定着させる非接触方式であることが挙げられる。非接触であるのでプリントヘッドが摩耗することもなく、また記録紙上のゴミ等でプリントヘッドが傷つくこともない。また、インクシート等との摩擦による静電破壊の心配もないので信頼性が高くプリントヘッドの寿命も長く、さらに、音も静かで普通紙にも印刷できる等の特徴がある。

【0003】インクジェット方式プリンタの種類としてはいくつかあるが、大きく分けて2つあり、1つは「連続式」と呼ばれるものでノズルから連続的に吐出されるインクの液滴を帯電させ、偏向電極でインクの飛翔方向を制御するもので、もう一つは、「オンディマンド方式」と言って必要に応じてインクの液滴を一滴一滴ノズ

ルから吐出させるものである。

【0004】本願発明に示す方式は、オンディマンド方式の中の一つで「超音波方式」と言われているものである。超音波方式とは超音波を集束した圧力波の力でインクの液面からインクの液滴を吐出させる方式で、圧電素子などによりインクの液中で発生させた超音波を音響レンズ等によって液面に集束させることにより液面から液滴を吐出させる方式である。

【0005】超音波方式は超音波を液面に集束させるだけで液面からインクの液滴が吐出するので、他のオンディマンド方式と違いインクの液滴径を絞るためのノズルがいらぬのが特徴である。

【0006】超音波を使った液滴エジェクタの歴史としては、まず1927年にアール・ダブリュ・ウッド (R. W. Wood) とエー・エル・ルーミス (A. L. Loomis) が「超音波による液滴吐出」を *Philos. Mag. Ser. 7, Vol. 4, No. 2* で報告しているのが最初だと思われる。さらに、1935年には J. Gruetzmacher が集束超音波に関し「レンズによる超音波の集束」を *Z. physik*, 96 で紹介している。しかし、この2件はまだプリンタに適用されたものではない。

【0007】図36は、米国特許第4,308,547号公報に記載された従来の液滴エジェクタの一例を説明するための図である。図36において、130は板、140はインク、150は水晶振動子、160、170、180および190は電極である。図36の液滴エジェクタは、超音波を液面に集束させるために、凹面状に湾曲した水晶振動子150として使っている。そして、その水晶振動子150には電極160、170、180および190が張り付けられており、これらの電極を選択的に駆動することによって液滴の吐出方向を変化させている。

【0008】図37は特開昭62-66943号公報に記載された従来の液滴エジェクタの他の例を説明するための図である。図37において、210は平面状の基板、220は基板210の上側の表面上に楕形で同心円状に付着されたリング形の対の電極、230はインク140から吐出する液滴200の吐出位置を調節するための張り出し電極であり、張り出し電極220は楕形をしている。基板210、電極220、および張り出し電極230で表面音響波トランスデューサを構成する。図37の液滴エジェクタは超音波を液面に集束させるのに凹面状の音響レンズではなく平面状の表面音響波トランスデューサを使っている。

【0009】図37の液滴エジェクタは一对のリング形の電極220を交流駆動することによって放射状に伝播するコヒーレントなレイリー波がその表面に発生し、トランスデューサの形状に起因して液面に集束されることによって液滴が吐出する。

【0010】さらに、電極220の外側に少なくとも一つの電氣的に独立した楕形の張り出し電極を付加することによって、非対称のレイリー波を発生することができ、それによって超音波の焦点位置を液面状でシフトすることが可能である。しかし、これは液滴の吐出位置制御であって吐出方向を制御したものではない。

【0011】図38は特開昭62-264962号公報に記載された液滴エジェクタの他の例を説明するための図である。図38において、200a、200bは焦点位置から吐出する液滴、240a、240bはトランスデューサ、250a、250bはリング状の導電体、260a、260bはリング状の対向電極である。導電体250a(250b)および対向電極260a(260b)はトランスデューサ240a(240b)により発生する圧力波の焦点と同心円状となるように取り付けられている。導電体250a、対向電極260aでトランスデューサ240aのオン、オフと吐出方向の制御を行うコントローラ270aを構成する。導電体250b、対向電極260bでトランスデューサ240bのオン、オフと吐出方向の制御を行うコントローラ270bを構成する。図38の液滴エジェクタは、トランスデューサ240a、240bによって励起された圧力波を液面近くに設けたコントローラ270a、270bでコントロールすることによって液滴吐出のオン、オフと吐出方向の制御を行う。

【0012】コントローラ270a(270b)はリング状の導電体250a(250b)と対向電極260a(260b)との間に周期的な高電圧のパルスを加えることによって液体に誘電力が働き、表面張力波が発生する。これにより、表面張力波とトランスデューサ240a(240b)から発生した超音波の圧力波とを干渉させて液滴の吐出を制御する。

【0013】また、導電体250a(250b)と対向電極260a(260b)とを円周の真中で分割して電氣的に独立させ、コントローラ270a(270b)のパルスの電圧を差動的に駆動することによって液滴200a(200b)の吐出する角度を変化させることができる。

【0014】図39は、特開昭63-162253号公報に示された液滴エジェクタを他の例を示す断面図である。図39において、1はインク、2はインク液面、3は基板、4は基板3の底面に取り付けられた振動子、5は振動子4のリード、6は振動子4から基板3に伝達された超音波、7は基板3の上面に形成されインク液面2に焦点が合うように曲率(または曲率半径)が決められた音響レンズである。8は音響レンズ7によって集束点に向かって集束された集束超音波、9は集束超音波8の集束点、10はインク液面2から吐出された液滴である。

【0015】動作としては、信号源(図示せず)からリ

ード5を通じて振動子4に高周波の駆動信号が印加され振動子4が厚み方向に振動し、基板3に超音波6を伝達する。超音波6は基板3の中を伝わり音響レンズ7に到達する。次に、超音波6は音響レンズ7によって屈折され集束超音波8となってインク1の中を進みインク液面2に集束される。そして、集束超音波8によって圧力を高められた集束点9から液滴10が吐出される。

【0016】また、集束超音波を用いた液滴形成の原理については、J. Appl. Phys. 65 (9), 1 May 1989に掲載されたS. A. Elrod等による「Nozzleless droplet formation with focused acoustic beams」に詳しく書かれている。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】図36に示された液滴エジェクタは水晶振動子150から放出する超音波を集束させるために音響レンズを曲面に形成する必要がある。よって水晶振動子150の製造が複雑になる問題があった。また液滴の吐出する方向数が水晶振動子150に取り付けた電極の数に依存するため、吐出できる方向数が限定され、これ以上には細かく制御できないのが問題であった図37に示された液滴エジェクタは電極220を同心円状に形成するなど構成が複雑であり、かつ液滴の吐出方向を制御するのではなく、吐出位置を制御する装置なので、液滴の吐出位置が本来意図していた位置からずれるなどの問題があった。図38に示された液滴エジェクタは導電体250a(250b)と対向電極260a(260b)とが同心となるように配置するなど装置の構成が複雑であるばかりか、コントローラ270a、270bをインク内に配置する必要があり、部品数が多いのが問題であった。また、図39に示した液滴エジェクタの構成では液滴の吐出方向を制御することはできず、吐出方向を制御するためには、振動子4と音響レンズ7以外に液滴10の吐出方向を制御するための付加物が必要で部品点数が増えてしまうなどの問題があった。本発明の液滴エジェクタは上述の問題を解決するためになされたものであり、構成が簡単で、解像度が高く、印刷時間の短い液滴エジェクタおよびこれを用いた印刷装置を得ることを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】この発明の液滴エジェクタは、インク内に位置し、第1の面に形成した音響レンズの焦点の位置がインクの液面付近となるように配置した部材および音響レンズに向かって部材内を伝播させる駆動周波数が同じ超音波を発生する複数の振動子を備え、複数の振動子を部材の第2の面上の所定の方向に沿って配列し、複数の振動子のうちの少なくとも2つの振動子が振動する位相を調節することにより、焦点の付近から吐出する液滴の吐出方向を調節できるように構成したものである。

【0019】この発明の液滴エジェクタは、部材を複数個有し、かつこれら複数の部材を所定の方向に沿って配列したものである。

【0020】この発明の液滴エジェクタは、部材は直方体状の部材であって、第1の面と対向する第2の面に複数の振動子を格子状に配列したものである。

【0021】この発明の液滴エジェクタは、部材は板状の部材であって、この板状の部材の端面である第1の面と対向する端面である第2の面に複数の振動子を所定の方向に沿って配列したものである。

【0022】この発明の液滴エジェクタは、部材の第1の面は矩形であり、この第1の面に形成する音響レンズの口径は矩形の短辺の長さよりも大きくしたものである。

【0023】この発明の液滴エジェクタは、音響レンズの口径の中心が第1の面の短辺の中心に位置し、かつ第1の面に垂直な直線上にある部材を口径の中心が所定の直線上に位置するように互い違いに2列に配列したものである。

【0024】この発明の液滴エジェクタは、音響レンズの口径の中心が第1の面の長辺の中心に位置し、かつ第1の面に垂直な直線上にある部材を口径の中心が所定の直線上に位置するように互い違いに2列に配列したものである。

【0025】この発明の液滴エジェクタは、各部材に配列した複数の振動子を駆動する駆動信号の位相変化の同期をとり、各部材に配列した複数の振動子を駆動する駆動信号の位相を周期的に変化させるとともに、画像信号に応じて個々の振動子の駆動を制御することにより、液滴を選択的に吐出させたものである。

【0026】この発明の液滴エジェクタは、第2の面に配列した個々の振動子が振動することにより発生した個々の超音波を分離するように部材内にスリットを形成したものである。

【0027】この発明の液滴エジェクタは、少なくとも2つの振動子の位相差が大きくなるに従ってこれらの振動子を駆動する駆動信号の振幅を大きくするように構成したものである。

【0028】この発明の液滴エジェクタは、液滴の直径よりも小さな直径を有する穴を設けた部材を有し、かつ音響レンズの焦点に対応する位置に穴が位置するように部材をインクの液面の上に配置したものである。

【0029】この発明の液滴エジェクタは、液滴の直径よりも小さな幅を有するスリットを設けた部材を有し、かつ音響レンズの焦点に対応する位置にスリットが位置するように部材をインクの液面の上に配置したものである。

【0030】この発明の印刷装置は、インクから液滴を吐出させて、記録紙にこの液滴を付着させて印刷する印刷装置であって、インク内に位置し、第1の面に形成し

た音響レンズの焦点の位置がインクの液面付近となるように配置した部材および音響レンズに向かって部材内を伝播させる駆動周波数が同じ超音波を発生する複数の振動子を備え、複数の振動子を部材の第2の面上の所定の方向に沿って配列し、複数の振動子のうちの少なくとも2つの振動子が振動する位相を調節することにより、焦点の付近から吐出する液滴の吐出方向を調節できるように構成した液滴エジェクタを備えたものである。

【0031】この発明の印刷装置は、部材を複数個有し、かつこれら複数の部材を所定の方向に沿って配列したものである。

【0032】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1は実施の形態1の液滴エジェクタを示す断面図である。図1において、1は所望の容器（図示せず）内に入れられたインク、2はインク1の液面であるインク液面、3は後述する振動子が振動することにより発生する超音波を伝播させるための部材であり、部材3は例えば直方体状の部材である。特に、ここでは部材3に板状の基板を用いた場合を例に説明する。4aおよび4bはそれぞれ基板3の第2の面である下面（または下端面）に取り付けられた振動子、5aおよび5bはそれぞれ振動子4a、4bのリードである。6aおよび6bは振動子4a、4bから基板3中に伝達された超音波、7は音響レンズであり、音響レンズ7はその焦点がインク液面2付近に合うようインク1内に配置する。また音響レンズ7は曲率（または曲率半径）が決められた凹面形状をしている。音響レンズ7は基板3の第1の面である上面（または上端面）に形成されており、第1の面である上面と第2の面である下面とは対向する位置関係にある。ここでは、音響レンズ7の焦点の位置はインク液面2上に位置するものとして説明する。8は音響レンズ7の焦点に向かって集束する集束超音波であり、集束超音波8は超音波6aが音響レンズ7により屈折した集束超音波8aおよび超音波6bが音響レンズ7により屈折した集束超音波8bを有する。9は集束超音波8a、8bが集束する集束点、10は集束点9から吐出した液滴である。音響レンズ7の焦点がインク液面2上に位置するため、集束点9もインク液面2上に位置する。

【0033】チャンネル1（ch. 1）からリード5aを通して振動子4aに入力される信号と、チャンネル2（ch. 2）リード5bを通して振動子4bに入力される信号との間に位相差があるとき基板3内を伝わる超音波6a、6bに位相差が生じる。超音波6a、6bに位相差があるとき、集束超音波8a、8bに位相差が生じこの位相差に応じた角度分、インク液面2から吐出する液滴10の吐出方向が変化する。特に、集束超音波8a、8bの位相差が0のときインク液面2に垂直な方向に液滴10が吐出される。よって、振動子4aに入力される信号と、振動子4bに入力される信号との位相差を

調節できるように構成することによりインク液面2から吐出する液滴10の吐出方向を制御することが可能となる。

【0034】図2は、図1に示す実施の形態1の液滴エジェクタの振動子4a、4bに入力される信号の一例を示す図である。実施の形態1ではチャンネル1（ch. 1）、チャンネル2（ch. 2）から振動子4a、4bに入力される信号の例としてバースト信号の場合を例に説明する。図2において、11aおよび11bはそれぞれチャンネル1（ch. 1）、チャンネル2（ch. 2）から振動子4a、4bに入力されるバースト信号で、共に周期T1、振幅Vである。12aおよび12bは各バースト信号11a、11bに含まれるゲート幅T2の駆動信号で、各駆動信号12a、12bは互いに駆動周波数が同じであり、かつch. 1、ch. 2間で同じタイミングで発信する。

【0035】図3は、駆動信号12a、12bの具体的な一例を示す図である。ここでは駆動信号として互いの駆動周波数が同じである矩形波を例に説明する。また、これら2つの矩形波の位相差を ϕ で表す。駆動信号12a、12bはそれぞれ同じタイミングで発信するがこれらの信号（つまり2つの矩形波）に位相差がある場合、この位相差に応じて液滴の吐出方向が変化する。また、駆動信号12a、12bの駆動周波数は振動子4a、4bの共振周波数であることが普通であり、ここでは矩形波を用いた例について説明しているが矩形波以外にも正弦波または三角波を用いてもよい。

【0036】次に動作について説明する。まず、図1の振動子4a、4bにそれぞれ図2に示したバースト信号11a、11bに含まれる駆動信号12a、12bが印加され、これにより振動子4a、4bが振動して超音波6a、6bを発生し基板3に伝達する。超音波6a、6bは基板3中を伝わり音響レンズ7に到達する。

【0037】音響レンズ7は基板3中を伝わってきた超音波6a、6bを屈折させインク1中に集束超音波8a、8bを発射する。集束超音波8a、8bは集束しながらインク液面2に向かって進み、集束点9で焦点を結ぶ。このとき集束超音波8aと8bが合わさって合成波面（図示せず）が形成されるが、その合成波面の進行方向は2つの集束超音波8a、8bの位相差によって決まる。

【0038】また、集束点9では集束超音波8a、8bによってインク液面2付近の圧力が高められ液柱（図示せず）が形成されるが、その径はほぼ液滴10の直径に等しい。また、音響レンズ7のFナンバー（またはF値）を1とした場合、インク1中の集束超音波8a、8bの波長 λ にほぼ等しい。つまり、波長 λ を短くすれば、液柱（図示せず）の径も小さくなるため、吐出する液滴の径も小さくなる。

【0039】集束超音波8a、8bが集束した圧力波に

より液滴10を吐出させる力が表面張力よりも高くなるので、インク液面2からは合成波面の進行方向に液滴10が吐出する。また、液滴10の吐出周期は図2に示すバースト信号11a、11bの周期T1に等しく、液滴10一滴に与えられるエネルギーはバースト信号11a、11bの振幅Vと駆動信号を構成する矩形波12a、12bの長さT2によって決まる。

【0040】次に、駆動信号12a、12bの位相差と液滴10の吐出方向の関係について説明する。図4は液滴エジェクタの動作の一例を示す図であり、液滴10の吐出方向がインク液面2に対して垂直方向であるときの超音波の伝播の様子を示す図である。図5は駆動信号の一例を示す図であり、図4の液滴エジェクタのch.1、ch.2に入力する駆動信号12a、12bを構成する矩形波を表しており、これらの矩形波の位相差は0である。

【0041】駆動信号12a、12bを構成する矩形波の位相差が0であるので、振動子4a、4bには全く同じ位相でかつ同じ振幅の信号が印加されることになる。図4に示すように、同位相の超音波6a、6bは音響レンズ7によって屈折され集束超音波8a、8bとなって集束点9に集束される。このときインク液面2に形成される液柱（図示せず）から、液滴10がインク液面2に対し垂直方向に吐出する。

【0042】図6は液滴エジェクタの動作の一例を示す図であり、駆動信号を構成する矩形波12aの位相が駆動信号を構成する矩形波12bの位相より ϕ だけ進んでいるときの液滴10の吐出方向を示したものである。図7は駆動信号の一例を示す図であり、図6の液滴エジェクタに inputsする駆動信号12a、12bを構成する矩形波を示したものである。図7において、駆動信号12a、12bを構成する矩形波の位相差（ch.1－ch.2）は ϕ で示され、ch.1のほうがch.2より ϕ だけ進んでいる状態を示したものである。

【0043】図6において、振動子4a、4bに伝達されるch.1、ch.2からの駆動信号12a、12bを構成する矩形波が印加されると基板3中を超音波6aが超音波6bよりも ϕ だけ進んで伝わり、集束超音波8aと8bによって作られる合成波面は位相差ゼロのときに比べて右に傾くことになり、その結果液滴10の吐出方向は垂直方向に対し右に θ だけ傾く。

【0044】さらに、ch.1、ch.2に与える駆動信号を構成する矩形波の位相差 ϕ を大きくすれば、液滴10の吐出方向角 θ も大きくなるが、位相差が大きくなるに合成波面の振幅は小さくなり位相差180度で合成波面の振幅は0になる。また、駆動信号12aを構成する矩形波の方が駆動信号12bを構成する矩形波よりも位相が ϕ だけ遅れている場合は、図6とは反対に液滴10の吐出方向は垂直方向に対し左に θ だけ傾くことになる。

【0045】次に、液滴10の吐出方向を制御する方法

について説明する。図8は液滴10の吐出方向を制御する方法を説明するための図である。図9は液滴10の吐出方向を制御するとき、ch.1、ch.2に印加する信号の一例を示したものである。図9においてch.1に印加するバースト信号11aを構成する駆動信号12aを構成する矩形波の位相は互いに同じである。これに対し、ch.1の個々の駆動信号12aに対応するch.2のバースト信号11bを構成する駆動信号12c、12d、12e、12f、12gを構成する矩形波の位相は互いに異なる。

【0046】実施の形態1では駆動信号12aと駆動信号12c、12d、12e、12fおよび12gとは以下のような位相差となるように設計している。駆動信号12aと駆動信号12cとは位相差が90度異なる。駆動信号12aと駆動信号12dとは位相差が45度異なる。駆動信号12aと駆動信号12eとは位相差が0である。駆動信号12aと駆動信号12fとは位相差が45度異なる。駆動信号12aと駆動信号12gとは位相差が90度異なる。ch.1の駆動信号12aを構成する矩形波とch.2の駆動信号12c、12d、12e、12fおよび12gを構成する矩形波の位相差が-90度～90度まで45度ずつ変化している。

【0047】この信号を図8において振動子4a、4bに印加すると液滴10の吐出方向が左から右に変化する（スキャンされる）。この様に振動子4a、4bに印加するch.1、ch.2に inputsする駆動信号の位相差を変化させることによって液滴10の吐出方向を制御することが可能となり、1つの液滴エジェクタで記録紙（図示せず）上の所定の直線上の複数の点に液滴10を付着させることができる。

【0048】ここでは、ch.1の駆動信号を構成する矩形波とch.2の駆動信号を構成する矩形波の位相差が-90度～90度まで45度ずつ変化させた例について述べたが、変化させる角度を更に小さくすると、液滴10の吐出方向を更に細かく制御することが可能となり、1つの液滴エジェクタで液滴10を所定の角度変化させること（つまりスキャンさせること）により、記録紙（図示せず）の所定の直線上に付着する液滴10の間隔が小さくなるため解像度が増す。また、従来のように液滴10吐出位置を変えるために、振動子を複雑な構造にする必要はなく、構成が簡単である。また、液滴10は超音波6a、6bを音響レンズ7により集束させるて焦点9から吐出させるために、液滴10の吐出位置（即ち音響レンズ7の焦点9）がずれるといったことはない。また実施の形態1の液滴エジェクタをインクジェットプリンタなどの印刷装置に用いると、印刷の解像度が増すので、印刷品質または画質が向上する。

【0049】実施の形態2。実施の形態1の液滴エジェクタでは、互いに位相の異なる超音波が基板3中で干渉することにより液滴の吐出する方向が設計した方向から

ずれるおそれがある。実施の形態2の液滴エジェクタは上述のような問題を解決するためになされたものであり、基板3内を伝播する超音波が互いに干渉しないようにスリットを設けたことを特徴とするものである。

【0050】図10は実施の形態2の液滴エジェクタの断面図である。図10において、2はインク液面、3は基板、4c、4d、4e、4f、4gおよび4hはそれぞれ基板3の底面に一列に配列した振動子である。6c、6d、6e、6f、6gおよび6hはそれぞれ振動子4c～4hより発生した超音波である。7は音響レンズ、8c、8d、8e、8f、8gおよび8hはそれぞれ音響レンズ7によって屈折された集束超音波である。9は集束超音波8c～8hの集束点である。10は集束超音波8c～8hによってインク液面2から吐出した液滴、13a、13b、13c、13dおよび13eはそれぞれ各振動子4c～4h間に基板3の底面から音響レンズ7に向かって切り込まれたスリットである。スリット13a～13eは各超音波6c～6fが互いに干渉しないような位置に設けている。

【0051】次に、実施の形態2の液滴エジェクタの動作について説明する。図10は信号源（図示せず）から振動子4c～4hに駆動周波数が同じでかつ互いの位相差が0のバースト信号を入力した状態を表したものである。バースト信号が振動子4c～4hに入力することにより、振動子4c～4hが振動し、基板3内に超音波6c～6hが発射される。これら超音波6c～6hは基板3内を音響レンズ7に向けて伝播する。

【0052】このとき基板3の中を伝播する超音波6c～6hはスリット13a～13eによって互いに音響的に分離されているので、互いに干渉することなく音響レンズ7に到達する。音響レンズ7に到達した超音波6c～6hは音響レンズ7によってそれぞれ屈折され集束超音波8c～8hとなって集束点9に向かって集束する。そして、各超音波6c～6h間には位相差が無いので、液滴10がインク液面2に対し垂直方向に吐出する。

【0053】以上のように基板3中の隣合う超音波6c～6hが互いに干渉しないので、液滴10の吐出方向がより安定すると共に、超音波の集束が不十分で液滴径が大きくなることもない。

【0054】また、図10では振動子4c～4hに位相差の無いバースト信号を入力した例を示したが、実施の形態1で示したように各振動子4c～4hに位相の違うバースト信号を入力することによって集束点9で形成される合成波面の傾きを変化させて液滴10の吐出方向を制御することが可能である。その場合、液滴10は振動子4c～4hの配列方向に依存する方向に沿って直線状にスキャンされる。

【0055】図11は実施の形態2の液滴エジェクタの他の一例を説明するための図である。図11において、13f、13g、13h、13i、13jは基板3にお

いて、音響レンズ7から基板3の下面に向かう方向に沿って形成されたスリットである。図10では基板3の下面から音響レンズ7に向かう方向にスリット13a～13eを設けたが、図11に示すように、音響レンズ7側から基板3の下面に向かう方向にスリット13f～13jを設けても図10に示した液滴エジェクタと同様の効果が得られる。

【0056】図12は実施の形態2の液滴エジェクタの他の一例を説明するための図である。図12において、13k、13l、13m、13n、13oは振動子4c～4hの位置から音響レンズ7に向かう方向に沿って基板3内に形成したスリットである。図12に示すように、基板3の内部に振動子4c～4hの位置から音響レンズ7の位置に向かう方向にスリット13k～13oを設けても図10に示した液滴エジェクタと同様の効果が得られる。

【0057】実施の形態3、実施の形態3の液滴エジェクタは基板を複数個有し、これら複数の基板を所定の方向に沿って配列したことを特徴とするものである。図13は実施の形態3の液滴エジェクタの構成を示す図である。図13において、3a、3b、3cは基板である。7aは基板3aの第1の面である上面に形成した音響レンズ、7bは基板3bの第1の面である上面に形成した音響レンズ、7cは基板3cの第1の面である上面に形成した音響レンズである。14aおよび15aは基板3aの第1の面と対向する第2の面である下面に配列した振動子である。14bおよび15bは基板3bの第1の面と対向する第2の面である下面に配列した振動子である。14cおよび15cは基板3cの第1の面と対向する第2の面である下面に配列した振動子である。

【0058】複数の基板3a、3bおよび3cが所定の方向に沿って（実施の形態3では直線上）配列しているため、音響レンズ7a、7bおよび7cの焦点も所定の方向に沿って位置する。実施の形態3では基板3a、3bおよび3cを3個並べたものを示したが、3個に限定する必要はなく、必要に応じていくつ並べても良い。

【0059】20は信号発生器（図示せず）から発生した駆動信号である。18は駆動信号を構成する矩形波の位相を変化させるための位相可変回路である。19は画像信号である。17a、17bおよび17cはアンプである。アンプ17aは駆動信号20を増幅し、画像信号19に応じて振動子14a、15aへの駆動信号20の送出を制御する。アンプ17bは駆動信号20を増幅し、画像信号19に応じて振動子14b、15bへの駆動信号20の送出を制御する。アンプ17cは駆動信号20を増幅し、画像信号19に応じて振動子14c、15cへの駆動信号20の送出を制御する。また、アンプ17a～17cにより増幅された駆動信号20の振幅は、液滴10を吐出させることができる程度の大きさになる。

【0060】実施の形態3の液滴エジェクタは、アンプ17a～17cは画像信号19により、対応する振動子14a～14cおよび振動子15a～15cのオン/オフの動作を制御するように構成したことを特徴とするものである。つまり液滴10を吐出させるための画像信号19をアンプ17a～17cのいずれかが受けると、これに対応する振動子14a～14c、振動子15a～15cに増幅された駆動信号20を送出する（この状態をオンとする）。また、液滴10を吐出させないための画像信号19をアンプ17a～17cのいずれかが受け取ると（または駆動信号20を受けたときに画像信号19が入力されなかった場合）、これに対応する振動子14a～14c、振動子15a～15cに駆動信号20を送出しないようにする（この状態をオフとする）。

【0061】アンプ17aはその動作がオンである場合、増幅した駆動信号20に対応する振動子14a、15aに送出し、インク液面2から液滴10を吐出する。アンプ17bはその動作がオンである場合、増幅した駆動信号20に対応する振動子14b、15bに送出し、インク液面2から液滴10を吐出する。アンプ17cはその動作がオンである場合、増幅した駆動信号20に対応する振動子14c、15cに送出し、インク液面2から液滴10を吐出する。また、アンプ17aはその動作がオフである場合、駆動信号20は振動子14a、15aに送出されないため、インク液面2から液滴10は吐出ししない。また、アンプ17bはその動作がオフである場合、駆動信号20は振動子14b、15bに送出されないため、インク液面2から液滴10は吐出ししない。また、アンプ17cはその動作がオフである場合、駆動信号20は振動子14c、15cに送出されないため、インク液面2から液滴10は吐出ししない。

【0062】次に実施の形態3の液滴エジェクタの動作を説明する。図13は実施の形態3の液滴エジェクタの動作を説明するための図であり、振動子14a～14cおよび振動子15a～15cのすべてに駆動信号が入力し、液滴が吐出する状態を示す図である。図13において、信号発生器（図示せず）によって発生したバースト信号20がチャンネル1（ch. 1）、チャンネル2（ch. 2）に分けられてアンプ17a～17cに入力される。ch. 1のバースト信号は位相可変回路18を通るのでch. 2のバースト信号との間に位相差を生じさせることができるが、図13では位相差 ϕ を $\phi=0$ としたので、ch. 1とch. 2のバースト信号20は同位相のままアンプ17a～17cに入力される。

【0063】次に、アンプ17a～17cのオン、オフによって振動子14a～14cおよび振動子15a～15cへ増幅された駆動信号20の送出が制御されるが、アンプ17a～17cからの出力のオン、オフは画像信号19によってコントロールされている。つまり、個々のアンプ17a～17cはch. 1、ch. 2から駆動

信号20が入力する毎に対応する画像信号19に応じて振動子14a～14cおよび振動子15a～15cに増幅した駆動信号20を送るかどうかを選択する。

【0064】アンプ17a～17cにより増幅された駆動信号20は対応する振動子14a～14cおよび15a～15cに伝えられる。そして、振動子14a～14c、15a～15cが振動することにより発生した超音波（図示せず）は基板3a～3c中を伝播し、音響レンズ7a～7cによって屈折して集束超音波16a～16cとなってインク液面2に集束し、液滴10a～10cがインク液面2から所定方向に向かって吐出する。

【0065】また、図13では、ch. 1とch. 2との信号の位相差がゼロなので、液滴10はインク液面2に対して垂直方向に吐出する。さらに、図13では、アンプ17a～17cの信号がオンで、音響レンズ7a～7cから集束超音波が出ていき、焦点から液滴10a～10cが吐出する。

【0066】図14は実施の形態3の液滴エジェクタの動作の一例を説明するための図であり、所定の音響レンズから出る集束超音波により液滴を選択的に吐出させた状態を説明するための図である。ここでは、振動子14a、14c、15aおよび15cに駆動信号が入力せず振動子14bおよび15bに駆動信号が入力する場合について説明する。また、図14は液滴の10a～10cの吐出方向がインク液面2と垂直方向から右に θ だけ傾けた状態を示しており、ch. 1に入力されたバースト信号20の位相が位相可変回路18によって ϕ だけ進められている。その結果、基板3a～3c中の振動子14a、14bおよび14cからの超音波の位相が振動子15a、15bおよび15cからの超音波の位相よりも進んでいるため、集束点における合成波面の向きが右に傾き、それに伴い液滴10a～10cの吐出方向もそろって右に θ だけ傾く。

【0067】また、図14はアンプ17bの出力だけがオンであり、液滴10bだけが吐出されている状態を示している。さらに、位相可変回路18によってch. 2に対するch. 1の位相を周期的に変化させることにより、液滴10a～10cの吐出方向を同期させてスキャンすることができる。

【0068】以上のように実施の形態3の液滴エジェクタは、個々の音響レンズ7から吐出する液滴の方向をそろえるとともに、液滴10の吐出方向に応じて液滴の吐出を同時に制御するため、基板3と記録紙（図示せず）との相対的な位置を変えることなく記録紙上の所定の直線上の所定の位置に液滴を付着させることができる。また、液滴エジェクタを構成する回路全体の配線が簡単で、印刷時間が短くなる等のメリットがある。実施の形態3では、アンプにより振動子への入力を制御するような構成にしたが、必ずしもこの必要はなく、液滴の吐出方向に応じて液滴の吐出を制御できるような構成であれ

ばどのようなものであってもよい。また実施の形態1のように基板3が1つしかない場合に比べ印刷時間が短くなる。よって、実施の形態3の液滴エジェクタをプリンタなどの印刷装置に用いると、印刷時間が短くなる。

【0069】実施の形態4。図15、図16および図17は、第4の実施の形態の液滴エジェクタの液滴の吐出方向と駆動信号の振幅の関係を示したもので、図15は液滴10の吐出方向がインク液面2に垂直の場合、図16はインク液面2に垂直な方向から右に $\theta 1$ だけ傾いた状態、図17はさらに大きく右に傾き $\theta 2$ 傾いた状態を表している。

【0070】図15に示すように、液滴10の吐出方向がインク液面2に対し垂直な場合、駆動信号12a、12bの位相差は0度であり、そのときの駆動信号12a、12bの振幅を V_a 、液滴10の吐出スピードを v としているが、普通、吐出方向を垂直方向から傾けると液滴10の吐出スピードは v より遅くなってしまい吐出方向が傾くにつれて吐出の勢いが弱くなってしまふ。実施の形態4の液滴エジェクタは上述のような問題を解決するためになされたものであり、インク液面2と垂直な方向に対する液滴10の吐出する角度が大きくなるに従って、アンプ（図示せず）などの増幅器により駆動信号12a、12bの振幅を大きくするような構成にしたことを特徴とするものである。

【0071】実施の形態4では図16、図17に示すように、駆動信号12a、12bの位相差が45度のときの振幅を V_b （ $>V_a$ ）とし、さらに位相差が90度となったときの振幅を V_c （ $>V_b$ ）とし、液滴10の吐出方向の傾きが $\theta 1$ 、 $\theta 2$ と大きくなるのに対応して駆動信号12a、12bの振幅も V_b 、 V_c と大きくすることによって、吐出方向の傾きが大きくなるにつれて振動子4、5の振動する振幅が大きくなるため、液滴10の吐出スピード v が吐出方向の傾きによらず一定になる。これによって、吐出方向が傾けても液滴の吐出スピードが衰えず、記録紙（図示せず）に確実に付着する等の効果が得られる。

【0072】実施の形態5。通常液滴の径を小さくする場合、駆動信号の駆動周波数を高くするのが一般的である。実施の形態5の液滴エジェクタは、超音波の駆動周波数を高くしなくても液滴の径を小さくすることのできる液滴エジェクタを得ることを目的とするものであり、具体的には駆動信号の駆動周波数を高くすることなく液滴の径を小さくするためにインク液面の上方に液滴の径よりも小さい穴を有する部材を設けたことを特徴とする。

【0073】図18は、実施の形態5の液滴エジェクタを示す図であり、実施の形態5の液滴エジェクタの断面図である。図18において、2はインク液面、3は基板、4a、4bは振動子、7は音響レンズ、8は集束超音波、9は集束超音波8の集束点である。

【0074】22はインク液面2の上に配置した部材であるノズルプレートである。23はノズルプレート22に開けられた直径 $D1$ の穴、24はノズルプレート22によってその径が絞られた液滴である。また、穴23の直径 $D1$ はノズルプレート22が無い場合にインク液面2より吐出する液滴10の径よりも小さい。

【0075】まず、振動子4a、4bにより発生した超音波（図示せず）は、基板3内を伝播し、音響レンズ7によって屈折され、集束超音波8となって集束点9に集束される。ノズルプレート22はその穴23が集束点9の位置にくるように配置されており、穴23の直径 $D1$ は吐出しようとする液滴径よりも小さいので、液滴径が小さく絞られた液滴24が吐出する。このように、ノズルプレート22を用いることによって、振動子4a、4bの駆動周波数を上げることなく液滴径を小さくすることが可能である。またノズルプレート22をインク液面2の上に配置することにより、集束超音波が集束することによるインク液面2の揺れを抑制することが可能となる。

【0076】また、図18で示したノズルプレート22の穴23の形状はストレートであったが図19に示すような構成にしてもよい。図19は穴を有する部材の一例を示す図であり、ノズルプレート22の断面図を示す。図19において、25a、25b、25cはノズルプレート23に開けられた穴である。図19（a）、

（b）、（c）に示す穴25a、25b、25cは全て出口側の穴（即ち液滴がノズルプレート22を通り抜けて出る側に開けられた穴25a、25b、25c）の径が $D1$ で、ノズルプレート22が無い場合に吐出する液滴の直径よりも小さい。また、入口側の穴（即ちインク液面2から吐出した液滴がノズルプレート22に入る側に開けられた穴25a、25b、25c）の径 $D2$ は $D1$ よりも大きい。

【0077】図19（a）に示す穴25aはテーパ形状をしており、図19（b）の穴25bは段差形状で、図19（c）の穴25cはホーン形状をしており、どれも入口側が広く集束超音波8が集束し易い形状になっている。図19のような構成にしても出口側の穴の径がノズルプレート22が無い場合に吐出する液滴の直径よりも小さいため、駆動周波数を高くすることなく液滴の径を小さくすることが可能となる。また、図19に示したものの以外にも穴の径が入口側から出口側に向けて小さくなるように構成すればどのような形状であってもよい。

【0078】実施の形態6。実施の形態6の液滴エジェクタは、超音波の駆動周波数を高くしなくても液滴の径を小さくすることのできる、かつ音響レンズの加工精度やノズルプレートの位置決め精度の誤差により、液滴を吐出する位置がずれても液滴を小さく絞ることのできる液滴エジェクタを得ることを目的とするものであり、具体的にはノズルプレート22に液滴の直径よりも小さな幅

を有するスリットを開けたことを特徴とするものである。図20は、実施の形態6の液滴エジェクタを説明するための図であり、液滴エジェクタの斜視図である。図20において、24はインク液面2から放出した液滴、26はインク液面2の上方に配置した部材であるノズルプレートである。27はノズルプレート22に開けられたスリットであるところのノズルスリットである。ノズルスリット27は矩形であり、その短手方向の長さは、ノズルスリット27がない場合にインク液面2から吐出する液滴の直径よりも小さい。

【0079】ノズルプレート26を位置決めする際、ノズルスリット27の長手方向に対しては裕度が確保され位置決めが簡単に行える。よって、実施の形態5と同様、液滴の直径を絞ることが可能であるのに加えて、音響レンズ7の加工精度、ノズルプレート26の位置決め精度の誤差により液滴の吐出する位置がずれても液滴の直径を絞ることができる。また、液滴24の吐出方向を変化させることも可能である。

【0080】図21は実施の形態6の液滴エジェクタの他の例を示す図であり、基板を所定方向に沿って配列した液滴エジェクタの上方にノズルスリットを形成した部材を配置した状態を示す斜視図である。図21において、3a、3b、3c、3d、3e、3fは基板、24a、24b、24c、24d、24e、24fはインク液面2から放出した液滴、28はインク液面2上に設けられた部材であるノズルプレートである。29はノズルプレート28に開けられたノズルスリットである。ノズルスリット29は矩形であり、その短手方向の長さは、ノズルスリット29がない場合にインク液面2から吐出する液滴の直径よりも小さい。また、ノズルスリット29の長手方向と基板3a～3fの配列する方向は同じである。

【0081】基板3a～3fを一列に複数個ならべてアレイ化したものに対して、その配列方向に合わせてノズルプレート28に液滴24a～24fの全ての吐出位置をカバーするようなノズルスリット29を設けることにより、基板を所定方向に沿って配列したとき、ノズルプレートの加工と位置決めが簡単になる。

【0082】実施の形態7、音響レンズの口径が基板の厚さよりも小さいような構成にした場合、基板が薄くなるに従い音響レンズの口径も小さくなる。音響レンズの開口率（第1の面の面積に対する音響レンズの面積の割合）も小さくなる。基板に形成される音響レンズの開口率も小さくなると、基板内を伝播する超音波から音響レンズにより屈折する集束超音波の割合も小さくなる。よって、インク液面から吐出する液滴に与えられるエネルギーも小さくなり、最悪の場合インク液面から液滴が吐出しなくなる。実施の形態7の液滴エジェクタは、上述のような問題を解決するためになされたものであり、基板の厚さを薄くした場合、基板の表面に形成する音響レ

ンズの開口率を高めるような構成にしたことにより、振動子に与えられるエネルギーからインク液面から吐出する液滴のエネルギーに変換されるときエネルギーのロスを少なくすること（以後これを駆動効率を高めると呼ぶことにする）を特徴とするものである。

【0083】図22は、実施の形態7の液滴エジェクタを説明するための図であり、液滴エジェクタの基板、音響レンズの斜視図である。図23は実施の形態7の液滴エジェクタを説明するための図であり、図22に示した基板、音響レンズの上面図および正面図である。図22、図23において、30は液滴エジェクタの基板である。基板30は直方体であってかつその厚さが薄い板状の部材である。31は基板30の第1の面である上面に形成した音響レンズである。第1の面である上面と、第2の面である下面とは平行な位置関係にある。基板30の第1の面である上面に平行な断面の形状は長辺a、短辺bの矩形である。音響レンズ31はその形状が球面の一部によって構成されており、その曲率半径はR1である。また音響レンズ31の口径D3はbよりも大きくaより小さくなるよう構成している。

【0084】実施の形態7の液滴エジェクタは上述のような構成をしているため、基板30の断面に対し音響レンズの口径を大きく採ったので、開口率が大きくなり、駆動効率が良くなる。また、音響レンズのFナンバーをFとすると $F = f / D$ （f：焦点距離、D：音響レンズの口径）なる関係がある。Fの値が小さいほど液滴の径を小さくすることが可能となる。焦点距離fは音響レンズの曲率半径Rに依存する。よって、曲率半径Rが同じ（つまりfが同じ）場合、Fの値は音響レンズの口径Dに依存する。よって、実施の形態7の液滴エジェクタは音響レンズの口径を大きくしたため、音響レンズの口径が矩形の短辺bよりも小さく、かつその曲率半径Rが本実施の形態と同じ場合に比べFナンバーが小さくなるので、液滴の径を小さくすることができる。また、実施の形態7の液滴エジェクタの基板を用いて、この基板を所定方向に沿って複数個配列した場合、より小型になる。また、実施の形態7の液滴エジェクタを用いて印刷装置を構成すると、省電力化に寄与する。

【0085】図24、25は実施の形態7の他の一例を説明するための図であり、液滴エジェクタの基板、音響レンズの斜視図、図25はその三面図を示したものである。図24、図25において、30は液滴エジェクタの基板である。基板30は例えば、直方体であってかつその厚さが薄い板状の部材である。32は基板30の第1の面である上面に形成した音響レンズである。第1の面である上面と、第2の面である下面とは平行な位置関係にある。基板30の第1の面である上面に平行な断面の形状は長辺a、短辺bの矩形である。音響レンズ32はその形状が球面の一部によって構成されており、その曲率半径はR2である。また音響レンズ32の口径D4は

a よりも大きく（ここでは矩形の対角線の長さとしている）なるよう構成している。以上のように、基板30の断面に対し音響レンズ32の口径を大きく採ったので、図23に示したもののよりもさらに開口率が上がり駆動効率が良くなる。図23～図25に示した液滴エジェクタを用いて、印刷装置を構成すると小型で省電力の印刷装置を得ることが可能となる。

【0086】図26は図22に示した基板を横にして複数個所定の方向に沿って配列し、液滴エジェクタを構成したときの上面図および正面図である。図26において、30a、30b、30c、30d、30e、30f、30g、30hは基板、31a、31b、31c、31d、31e、31f、31g、31hは基板30a～30hのそれぞれの第1の面である上面に形成した音響レンズ、34a、34b、34c、34d、34e、34f、34g、34hは音響レンズ31a～31hのそれぞれに対応する焦点である。基板30a～30hを所定の方向に沿って（ここでは直線PPに沿って）配列することにより、直線PP上に集束点34a～34hが位置する。

【0087】図26の液滴エジェクタは図22に示した液滴エジェクタの基板を横にして一列に並べたため、直線PP上に音響レンズ31a～31hの焦点34a～34hが並びラインヘッドを形成している。よって、この直線PPがインク液面2に位置するように基板30a～30hをインク内に配置した液滴エジェクタは、記録紙と液滴エジェクタとの相対的な位置を変えずに印刷できる範囲が広くなるとともに、印刷時間が短縮する。また、基板30a～30hを横に並べたので薄くてスマートなラインヘッドを構成することができる。

【0088】さらに、液滴の吐出方向を制御することによって解像度を更に上げることができ、このラインヘッドを3段に重ね、各々の列にイエロー、マゼンタ、シアンのインクを供給してカラーのラインヘッドとすることもできる。

【0089】図27は図22に示した基板を縦にして所定の方向に沿って複数個配列し、液滴エジェクタを構成したときの上面図および側面図である。図27において30i、30j、30k、30l、30m、30nは基板、31i、31j、31k、31l、31m、31nは30i～30nのそれぞれの第1の面である上面に形成した音響レンズ、34i、34j、34k、34l、34m、34nは音響レンズ31i～31nのそれぞれに対応する焦点である。図27の液滴エジェクタは図22に示した液滴エジェクタの基板を縦にして所定方向に沿って配列したものである。基板30a～30nを所定方向に沿って（ここでは直線QQに沿って）配列することにより、音響レンズ31a～31nの焦点34a～34nが直線QQ上に位置するようなラインヘッドを構成する。

【0090】また、基板30a～30nを縦にしてラインヘッドを構成したので、各焦点間の間隔が狭くなるため、解像度が高くなる。また基板30a～30nを縦にして配列しているため、一度に複数のラインに液滴を吐出させることが可能となる。また、図26、図27に示したように基板を所定方向に沿って複数個配列したような液滴エジェクタを構成すると、スペース効率が改善され、液滴エジェクタのアレイをより小型にすることができる。図26、図27の液滴エジェクタでは図22に示した基板を用いたが、図24に示した基板を用いて同様な構成にすれば同様の効果が得られるとともに、吐出する液滴の径を更に小さくすることができる。

【0091】図28は、図22に示した基板を所定方向に沿って複数個配列したときの他の例を説明するための図である。図28の液滴エジェクタは図22の液滴エジェクタの基板30a～30cを縦にし、所定の方向に沿って縦に3つ並べたものである。これにより各音響レンズ35a、35b、35cの焦点36a、36b、36cが一直線上に位置するようになる。音響レンズ35aにはイエロー（Y）のインク（図示せず）を、音響レンズ35bにはマゼンタ（M）のインク（図示せず）を、音響レンズ35cにはシアン（C）のインク（図示せず）が供給することによってカラーのシリアル形ヘッドができる。

【0092】そして、これを図28に示す矢印方向へ動かすと同時に、各液滴エジェクタから吐出される液滴を進行方向に対して垂直にスキャンすることによって、一度に複数のラインがプリントでき、印刷時間が短縮される。よって図28に示す液滴エジェクタを用いて印刷装置を構成するとカラー印刷が可能であって印刷時間の短い印刷装置ができる。図28では図22に示した基板を用いたが図24に示した基板を用いても同様の効果を得ることができる。

【0093】実施の形態8. これまでの実施の形態において、基板を所定方向に沿って複数個配列したような液滴エジェクタでは、基板を横にして配列した場合、各音響レンズの焦点間の距離は断面が矩形である基板の長手方向の長さよりは短くすることができなかった。また、基板を縦にして配列した場合、各音響レンズの焦点間の距離は断面が矩形である基板の短手方向の長さよりは短くすることができなかった。実施の形態8の液滴エジェクタは各音響レンズの焦点間の距離は断面が矩形である基板の配列する方向に応じてその各焦点間の距離を基板の長手方向または短手方向の長さよりも短くするような構成にしたことを特徴とするものである。

【0094】図29は、実施の形態8の液滴エジェクタを示す図であり、実施の形態8の液滴エジェクタの基板の上面図と側面図である。図29において37は基板であり、基板37は例えば直方体であってかつその厚さが薄い板状の部材である。38は基板37の第1の面であ

る上面に形成した音響レンズである。39は音響レンズ38の焦点である。第1の面である上面と、第2の面である下面とは平行な位置関係にある。基板37の第1の面である上面に平行な断面の形状は長辺の長さがa、短辺の長さがbの矩形である。音響レンズ38はその形状が球面の一部によって構成されており、その曲率半径はR3である。また音響レンズ38の口径D5はbよりも大きく、aよりも小さくなるように構成している。音響レンズ38の口径の中心は上述の矩形の長辺の中点に位置する。よって、音響レンズ38の焦点39は上述の矩形の長辺の中点を通りかつ、上面に垂直な直線上に位置する。

【0095】図29の液滴エジェクタは以上のように構成したので、実施の形態7の図22、図23に示した液滴エジェクタと同様、基板37の断面に対し音響レンズ38の口径を大きく採ると、開口率が上がり駆動効率が高くなる。また、実施の形態8の液滴エジェクタの基板を所定方向に沿って複数個配列すると基板の容積が小さくなるので液滴エジェクタをより小型にすることができる。

【0096】図30は図29に示した基板を複数個、所定方向に沿って配列し、液滴エジェクタを構成したときの図であり、図29に示した基板を複数個所定方向に沿って配列した液滴エジェクタの上面図と正面図である。図30において、37a、37b、37c、37d、37e、37f、37g、37h、37i、37jおよび37kは図29に示した基板、38a、38b、38c、38d、38e、38f、38g、38h、38i、38jおよび38kは基板37a～37jのそれぞれの第1の面である上面に形成した音響レンズである。図30において、39a、39b、39c、39d、39e、39f、39g、39h、39i、39jおよび39kは音響レンズ38a～38kの各々の焦点である。図30の液滴エジェクタは図29に示した液滴エジェクタの基板を音響レンズ38a～38kの焦点39a～39kが直線SS上に並ぶように上下互い違いに二列に並べて配列したものである。これにより、図30の液滴エジェクタは直線SS上に焦点39a～39kが並ぶようなラインヘッドを構成する。

【0097】以上のように構成することによって、基板を横にして一列に配列する場合に比べ、隣合う焦点の間隔を半分にすることができるため、基板を横にして一列に配列し、アレイ化したときよりも倍の解像度を得ることができる。また、液滴吐出方向を制御することによってさらに解像度を上げることができる。

【0098】また、図31は、実施の形態8の液滴エジェクタの他の一例を示したものであり液滴エジェクタの基板の上面図と側面図である。図31は液滴エジェクタの基板、音響レンズの上面図と側面図である。図31において40は基板であり、基板40は例えば直方体であ

ってかつその厚さが薄い板状の部材である。41は基板37の第1の面である上面に形成した音響レンズである。42は音響レンズ41の焦点である。第1の面である上面と、第2の面である下面とは平行な位置関係にある。基板40の第1の面である上面に平行な断面の形状は長辺の長さがa、短辺の長さがbの矩形である。音響レンズ41はその形状が球面の一部によって構成されており、その曲率半径はR4である。

【0099】また音響レンズ41の口径D6はaよりも大きくなるように構成している。音響レンズ41の口径の中心は上述の矩形の短辺の中点に位置する。よって、音響レンズ41の焦点42は上述の矩形の短辺の中点を通りかつ、上面に垂直な直線上に位置する。

【0100】図31に示した液滴エジェクタは以上のように構成したので、基板40の断面に対し音響レンズ42の口径を図29に示すものよりも更に大きくしたので、開口率が上がり駆動効率が高くなる。また、実施の形態8の液滴エジェクタの基板40を所定方向に沿って複数個配列すると基板の容積が小さくなるので液滴エジェクタをより小型にすることができる。

【0101】図32は、図31の液滴エジェクタの基板を複数個所定方向に沿って配列し、液滴エジェクタを構成した一例を示す図である。図32において、40a、40b、40c、40d、40eおよび40fは基板、41a、41b、41c、41d、41eおよび41fは基板40a～40fのそれぞれの第1の面である上面に形成した音響レンズである。42a、42b、42c、42d、42eおよび42fは音響レンズ41a～41fのそれぞれの焦点である。図31に示した液滴エジェクタを図30と同様に音響レンズ41a～41fの焦点42a～42fが直線TT上に並ぶように基板40a～40fを上下互い違いに二列に並べて配列したもので、直線TT上に集束点42a～42fが並びラインヘッドを形成している。

【0102】以上のように構成することによって、基板を縦にして一列に配列する場合に比べ、隣合う焦点の間隔を半分にすることができるため、基板を縦にして一列に配列し、アレイ化したときよりも倍の解像度を得ることができる。また、液滴吐出方向を制御することによってさらに解像度を上げることができる。

【0103】実施の形態9。図33は、実施の形態9の液滴エジェクタの斜視図である。図33において、4a、4b、4c、4d、4e、4f、4g、4hおよび4iは振動子である。300はインク内に位置（即ちインクの液面2よりも下方に位置）し、振動子4a～4iが振動することにより発生する超音波を音響レンズ7に向けて伝播させるための部材であり、部材300は例えば直方体状の部材である。ここでは部材300は直方体（または立方体）の場合を例に説明する。部材300の第1の面である上面に音響レンズ7が形成されている。

また第1の面である上面と対向する第2の面である下面に振動子4a~4iが格子状に配列している。

【0104】次に実施の形態9の液滴エジェクタの動作について説明する。振動子4a~4iが振動することにより発射された駆動周波数の同じ複数の超音波は、それぞれ音響レンズ7によってインク液面2上の集束点9に集束される。この時、各超音波の位相差がゼロであれば液滴10はインク液面2に垂直な方向に吐出する。振動子4a~4iに印加する各駆動信号に適当な位相差を設けてやることによって、集束点9における液滴10の吐出方向を自由にコントロールすることができる。

【0105】その結果、1つの液滴エジェクタで、記録紙（図示せず）の所定の平面に液滴10を付着させることが可能となる。よって、液滴エジェクタと記録紙との相対的な位置を変えることなく1つの液滴エジェクタで特定の平面上の範囲を印刷することができるようになる。また部材300を所定の方向に沿って配列することにより、液滴エジェクタと記録紙との相対的な位置を変えることなく印刷できる範囲が広くなるとともに印刷時間が短くなる。

【0106】実施の形態10。本実施の形態では、実施の形態1から9に示した液滴エジェクタを用いて印刷装置を構成したことを特徴とするものである。図34は実施の形態10の印刷装置を説明するためのブロック図である。図34において700は印刷装置である。701は印刷装置700の構成要素の一部であって、記録紙（図示せず）を供給するための給紙手段である。702は印刷装置700の構成要素の一部であって、給紙手段701により供給した記録紙を所定の位置まで搬送する搬送手段である。703は印刷装置700の構成要素の一部であって、搬送手段702により所定の位置まで搬送した記録紙の所定の位置に液滴を付着し印刷する印刷手段である。704は印刷装置700の構成要素の一部であって、印刷手段703による印刷が終了した後、印刷された記録紙を排紙するための排紙手段である。

【0107】7031は印刷手段703の構成要素の一部であって、実施の形態1から9のいずれかに示した、またはこれらを適当に組み合わせ液滴エジェクタである。7032は印刷手段703の構成要素の一部であって、搬送手段702により記録紙を所定の位置まで搬送したことを印刷手段703に知らせる信号を受信する受信手段であり、受信手段7032は搬送手段が記録紙を所定の位置まで搬送したことを知らせる信号を受け取ると、液滴エジェクタ7031を動作させるための信号を液滴エジェクタ7031に送る。

【0108】図34に示した印刷装置の動作を説明する。まず、コンピュータ（図示せず）などの装置から印刷を行うための信号を印刷装置700が受け取ると、給紙手段701は記録紙を搬送手段702に送る。搬送手段702では受け取った記録紙を所定の位置まで搬送す

る。印刷手段703では搬送手段702が記録紙を所定の位置まで搬送したことを知らせる信号を受信手段7032が受け取ると液滴エジェクタ7031を動作させ、所定の直線上または所定の平面上の所定の位置に液滴を付着させる。印刷手段703は液滴エジェクタ7031が記録紙の所定の直線上または所定の平面上に液滴の付着を終えると、搬送手段702、または液滴エジェクタ7031の位置を動かすことにより、記録紙と液滴エジェクタ7031との相対的な位置を変えた後、再び液滴エジェクタ7031を動作させ液滴を記録紙に付着させる。上述の動作を記録紙の所定の位置すべてに液滴を付着させるまで続け、液滴の付着が終了すると、排紙手段704に印刷終了信号を送る。排紙手段704は印刷終了信号を受け取った後に、記録紙を排出する。

【0109】図35は図34の印刷装置のブロック図を実現するための構成図の一例である。図35において、10は液滴エジェクタ7031から吐出した液滴、800は液滴10を付着させる記録紙である。701は給紙手段であるローラー、7021は搬送手段702の構成要素の一部であり記録紙800と液滴エジェクタ7031との相対的な位置を変えるためのローラーである。7022は搬送手段702の構成要素の一部であり記録紙の位置を検出する位置検出手段である。704は排紙手段であるローラーである。

【0110】図35に示した印刷装置の動作を説明する。まず、コンピュータ（図示せず）などの装置から印刷を行うための信号を印刷装置を受け取ると、ローラー701は記録紙800を搬送手段702に送る。搬送手段702では受け取った記録紙800をローラー7021により所定の位置まで搬送する。位置検出手段7022は記録紙800が所定の位置まで搬送されると、記録紙800が所定の位置に搬送されたことを知らせる信号を受信手段7032に送る。印刷手段703では位置検出手段7022が受信手段7032に送った信号を受信手段7032が受け取ると液滴エジェクタ7031を動作させ、所定の直線上または所定の平面上の所定の位置に液滴10を付着させる。印刷手段703は液滴エジェクタ7031が記録紙800の所定の直線上または所定の平面上に液滴10の付着を終えると、ローラー7021、または液滴エジェクタ7031位置を動かすことにより、記録紙800と液滴エジェクタ7031との相対的な位置を変えた後、再び液滴エジェクタ7031を動作させ液滴10を記録紙800に付着させる。上述の動作を記録紙800の所定の位置すべてに液滴を付着させるまで続け、液滴10の付着が終了すると、ローラー704に印刷終了信号を送る。ローラー704は印刷終了信号を受け取った後に、記録紙800を排出する。

【0111】図34、図35の印刷装置は実施の形態1から9に示したいずれかの液滴エジェクタを有しているため、解像度、信頼性が高くなる。また、基板3を所定

方向に沿って複数個配列した液滴エジェクタを用いると印刷時間が短縮する。また、第2の面に振動子を格子状に配列した液滴エジェクタを用いると、記録紙と液滴エジェクタとの相対的な位置を変えることなく、所定の平面上に印刷できるようになるため、印刷できる範囲が大きくなる。

【0112】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0113】この発明の液滴エジェクタは、複数の振動子のうちの少なくとも2つの振動子が振動する位相を調節することにより、音響レンズの焦点の付近から吐出する液滴の吐出方向を調節できるので液滴の吐出方向が制御できるとともに、音響レンズを有しているため、液滴の吐出位置が音響レンズの焦点からずれることが無いため、解像度が高くなる。また、部品点数が少なく構成が簡単である。

【0114】この発明の液滴エジェクタは、部材を複数個有し、かつこれら複数の部材を所定の方向に沿って配列したため、記録紙と液滴エジェクタとの相対的な位置を変えることなく印刷できる範囲が広くなるとともに、印刷時間が短くなる。

【0115】この発明の液滴エジェクタは、複数の振動子を格子状に配列したため、液滴エジェクタと記録紙との相対的な位置を変えることなく1つの液滴エジェクタで特定の平面上の範囲を印刷することができる。

【0116】この発明の液滴エジェクタは、複数の振動子を所定の方向に沿って配列したため、振動子の配列した方向に沿って液滴を記録紙に付着させることが可能となる。

【0117】この発明の液滴エジェクタは、部材の第1の面は矩形であり、この第1の面に形成する音響レンズの口径は矩形の短辺の長さよりも大きくしたので、音響レンズの開口径が高くなるので、駆動効率が高くなる。

【0118】この発明の液滴エジェクタは、音響レンズの口径の中心が矩形の短辺の中心に位置する部材を口径の中心が所定の直線上に位置するように互い違いに2列に配列したため、隣り合う音響レンズの焦点間の距離が短くなるので解像度が高くなる。

【0119】この発明の液滴エジェクタは、音響レンズの口径の中心が矩形の長辺の中心に位置する部材を口径の中心が所定の直線上に位置するように互い違いに2列に配列したため、隣り合う音響レンズの焦点間の距離が短くなるので解像度が高くなる。

【0120】この発明の液滴エジェクタは、各部材に配列した複数の振動子を駆動する駆動信号の位相変化の同期をとり、各部材に配列した複数の振動子を駆動する駆動信号の位相を周期的に変化させるとともに、画像信号に応じて個々の振動子の駆動を制御することにより、液滴を選択的に吐出させたので印刷時間が短くなる。

【0121】この発明の液滴エジェクタは、個々の振動子が振動することにより発生する個々の超音波を分離するようにスリットを形成したため、基板内を伝播する超音波が互いに干渉なくなり、液滴の吐出する方向が設計した方向からずれるおそれなくなる。

【0122】この発明の液滴エジェクタは、複数の振動子の位相差が大きくなるに従って振動子を駆動する駆動信号の振幅を大きくするように構成したので、液滴の吐出するスピードが一定になるため、液滴の吐出する角度が大きくなっても記録紙に確実に付着する。

【0123】この発明の液滴エジェクタは、インクの液面の上であって、音響レンズの焦点に合う位置に液滴の直径よりも小さな直径を有する穴を設けた部材を配置したので、吐出する液滴の径を小さくすることができる。また、部材をインク液面の上に配置したため、液面の揺れを抑制する。

【0124】この発明の液滴エジェクタは、インクの液面の上であって、音響レンズの焦点に合う位置に液滴の直径よりも小さな幅を有するスリットを設けた部材を配置したので、液滴の径を小さくでき、液滴24の吐出方向を変化させることができる。また、組立時の位置決めが容易になる。また、部材をインク液面の上に配置したため、液面の揺れを抑制する。

【0125】この発明の印刷装置は、液滴エジェクタにおいて、複数の振動子のうちの少なくとも2つの振動子が振動する位相を調節することにより、音響レンズの焦点の付近から吐出する液滴の角度を調節できる液滴エジェクタを用いているため、液滴の吐出方向が制御できるとともに、液滴の吐出位置が音響レンズの焦点からずれることが無いため、解像度が高くなる。

【0126】この発明の印刷装置は、部材を複数個有し、かつこれら複数の部材を所定の方向に沿って配列した液滴エジェクタを用いているので、記録紙と液滴エジェクタとの相対的な位置を変えることなく印刷できる範囲が広くなるとともに、印刷時間が短くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1の液滴エジェクタを示す図である。

【図2】 実施の形態1の液滴エジェクタの入力信号の一例を示す図である。

【図3】 実施の形態1の液滴エジェクタにおいて、駆動信号の一例を示す図である。

【図4】 実施の形態1の液滴エジェクタの動作を示した図である。

【図5】 実施の形態1の液滴エジェクタにおいて、図4に示す液滴エジェクタに入力する駆動信号の一例を示す図である。

【図6】 実施の形態1の液滴エジェクタにおける動作の一例を示す図である。

【図7】 実施の形態1の液滴エジェクタにおいて、図

6に示す液滴エジェクタに入力する駆動信号の一例を示す図である。

【図8】 実施の形態1の液滴エジェクタにおいて液滴の吐出方向を制御する方法を説明するための図である。

【図9】 図8に示す液滴エジェクタの入力信号を表すものである。

【図10】 実施の形態2の液滴エジェクタを示す図である。

【図11】 実施の形態2に示す液滴エジェクタの他の一例を示す図である。

【図12】 実施の形態2に示す液滴エジェクタの他の一例を示す図である。

【図13】 実施の形態3の液滴エジェクタを示す図である。

【図14】 実施の形態3の液滴エジェクタの動作を示す図である。

【図15】 実施の形態4の液滴エジェクタの液滴の吐出方向と駆動電圧の関係を示す図である。

【図16】 実施の形態4の液滴エジェクタの液滴の吐出方向と駆動電圧の関係を示す図である。

【図17】 実施の形態4の液滴エジェクタの液滴の吐出方向と駆動電圧の関係を示す図である。

【図18】 実施の形態5の液滴エジェクタを示す図である。

【図19】 実施の形態5の液滴エジェクタにおいて、穴を有する部材の一例を示す図である。

【図20】 実施の形態6の液滴エジェクタの斜視図である。

【図21】 実施の形態6の液滴エジェクタの斜視図である。

【図22】 実施の形態7の液滴エジェクタを示す斜視図である。

【図23】 実施の形態7の液滴エジェクタを示す上面図と正面図である。

【図24】 実施の形態7の液滴エジェクタの変形例を示す斜視図である。

【図25】 実施の形態7の液滴エジェクタの変形例を示す三面図である。

【図26】 実施の形態7の液滴エジェクタにおいて複数の基板を所定の方向に沿って配列したときの図である。

【図27】 実施の形態7の液滴エジェクタにおいて複数の基板を所定の方向に沿って配列したときの図であ

る。

【図28】 実施の形態7の液滴エジェクタにおいて複数の基板を所定の方向に沿って配列したときの図である。

【図29】 実施の形態8の液滴エジェクタを示す図である。

【図30】 実施の形態8の液滴エジェクタにおいて、複数の基板を所定の方向に沿って配列したときの図である。

【図31】 実施の形態8の液滴エジェクタの他の一例を示す図である。

【図32】 実施の形態8の液滴エジェクタにおいて、複数の基板を所定の方向に沿って配列したときの図である。

【図33】 実施の形態9の液滴エジェクタを示す斜視図である。

【図34】 実施の形態10の印刷装置を説明するためのブロック図である。

【図35】 実施の形態10の印刷装置を説明するための構成図である。

【図36】 従来の液滴エジェクタを示す断面図である。

【図37】 従来の液滴エジェクタを示す断面図である。

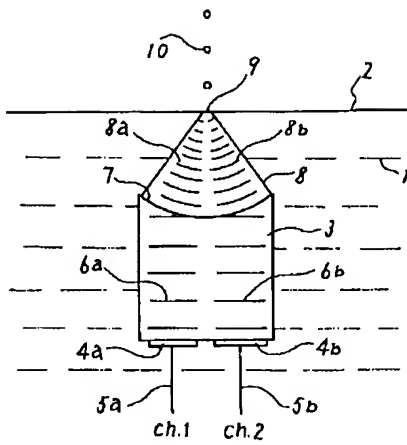
【図38】 従来の液滴エジェクタを示す断面図である。

【図39】 従来の液滴エジェクタを示す断面図である。

【符号の説明】

1 インク	2 インク液面
3 基板	4 a、4 b 振動子
5 a、5 b リード	6 a、6 b 超音波
7 音響レンズ	8 a、8 b 集束超音波
9 集束点	10 液滴
11 a、11 b パースト信号	12 a、12 b 駆動信号
12 c、12 d、12 e、12 f、12 g	駆動信号
13 a、13 b、13 c、13 d、13 e	スリット
19 画像信号	
22、28 ノズルプレート	23 穴
27、29 ノズルスリット	
30、37、40 基板	31、32、38、41 音響レンズ

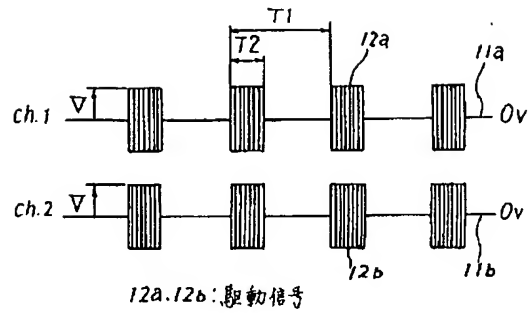
【図1】



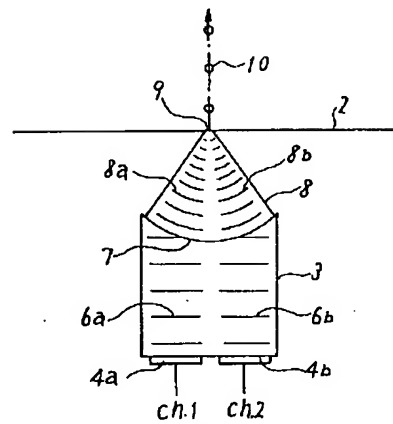
- 1: 1インフ
- 2: 1インク液面
- 3: 基板
- 4a, 4b: 振動子
- 6a, 6b: 超音波
- 7: 音響レンズ
- 8, 8a, 8b: 集束超音波
- 9: 集束点
- 10: 液滴

【図3】

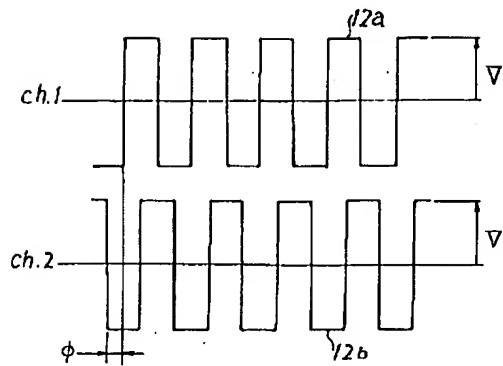
【図2】



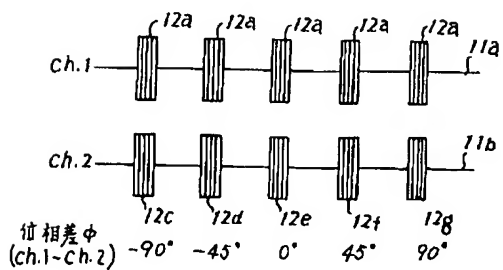
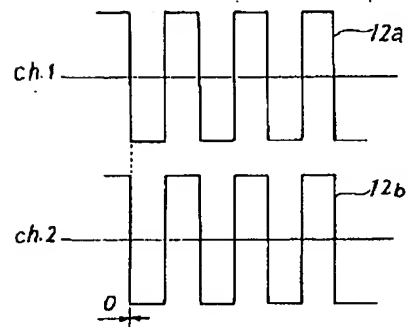
【図4】



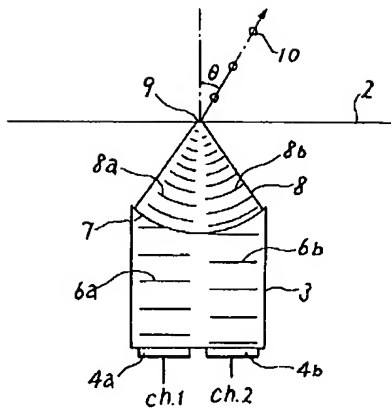
【図5】



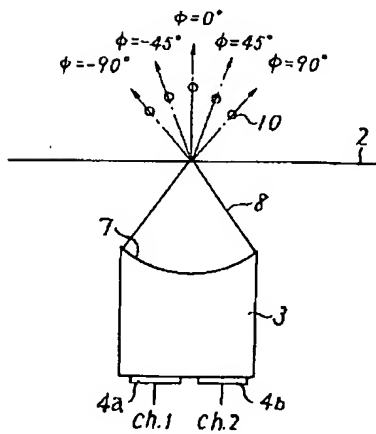
【図9】



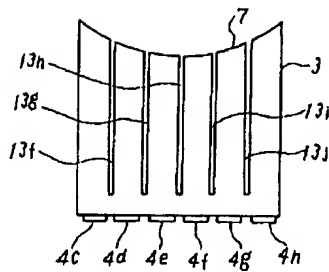
【図6】



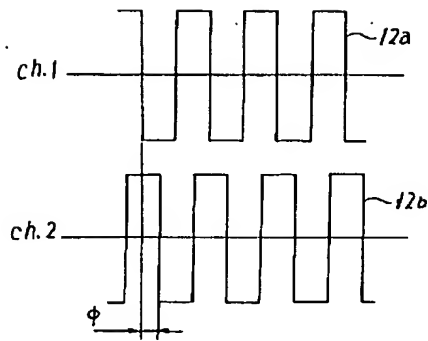
【図8】



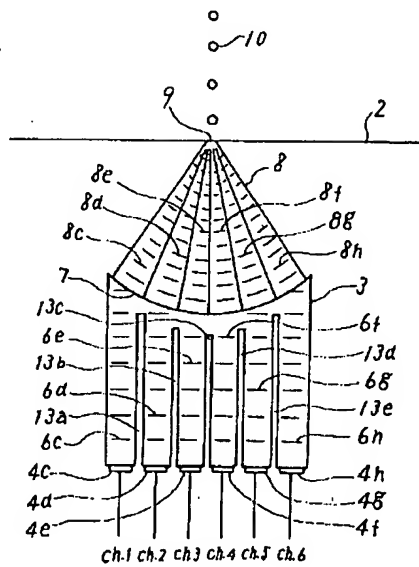
【図11】



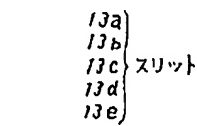
【図7】



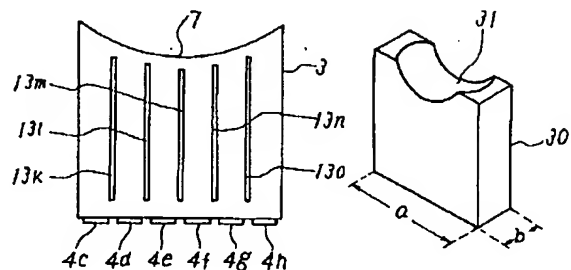
【図10】



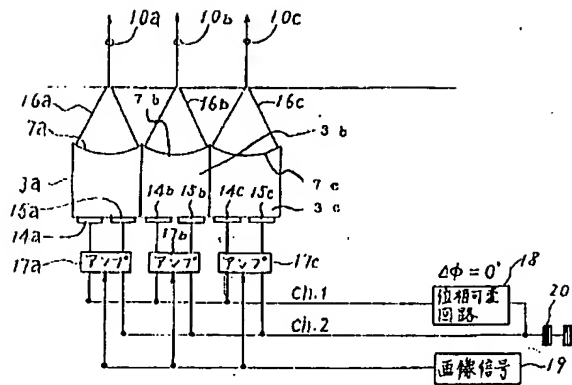
【図12】



【図22】

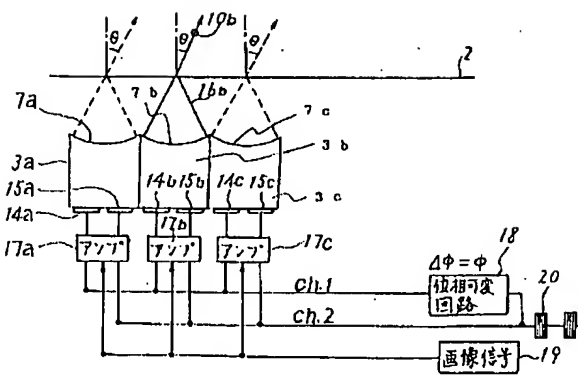


【図13】

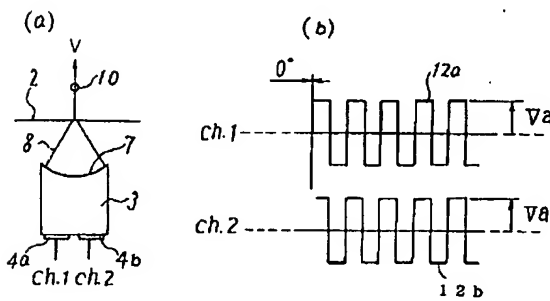


【図15】

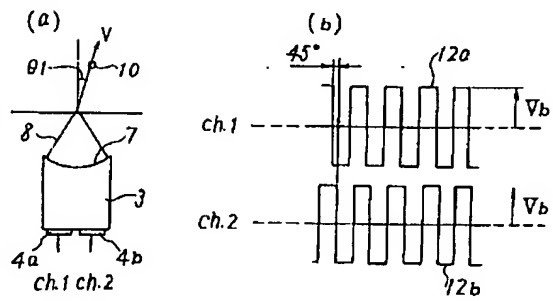
【図14】



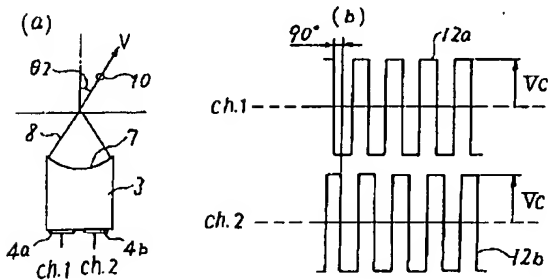
【図16】



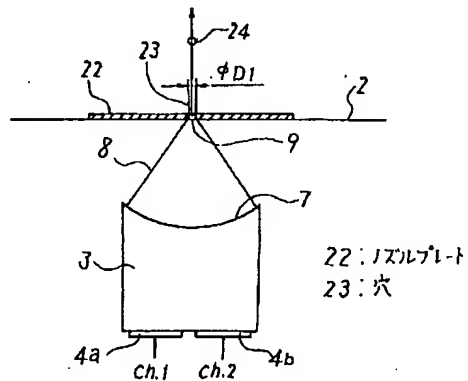
【図17】



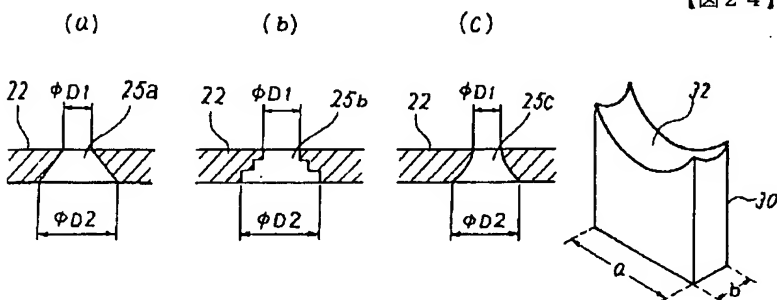
【図18】



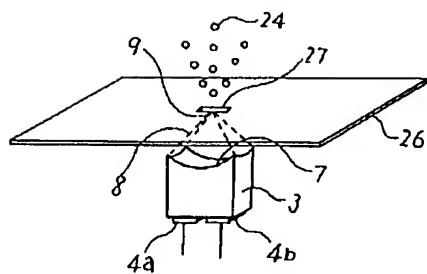
【図19】



【図24】

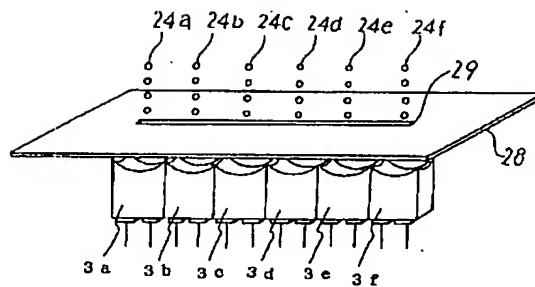


【図20】

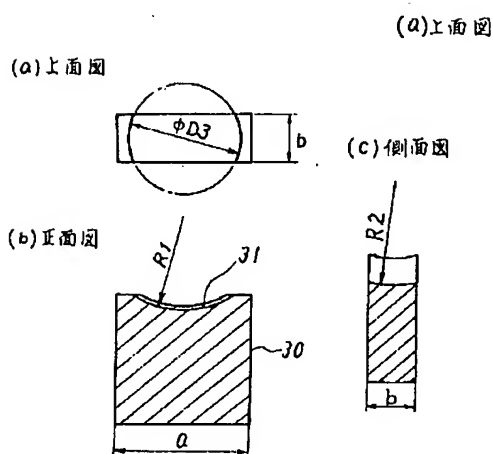


27:ノズルスリット

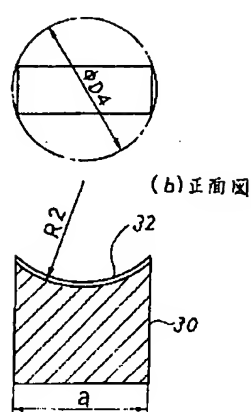
【図21】



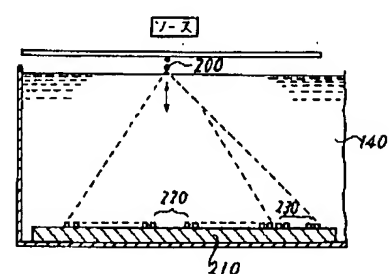
【図23】



【図25】

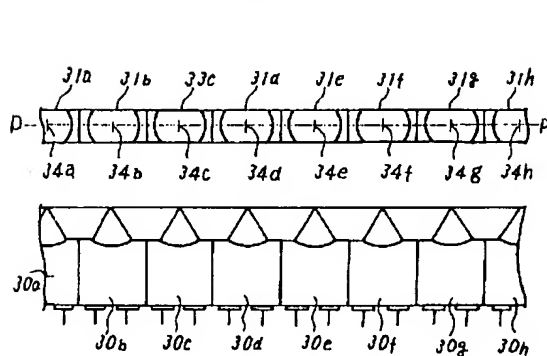


【図37】

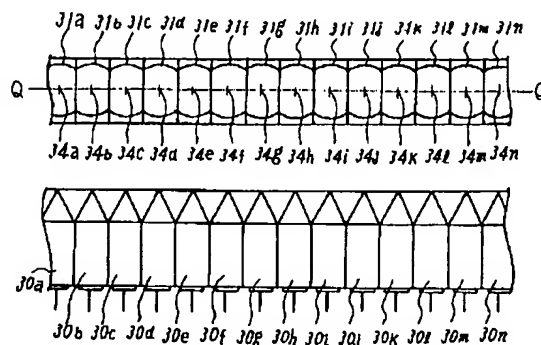
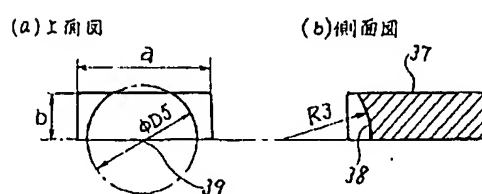


【図27】

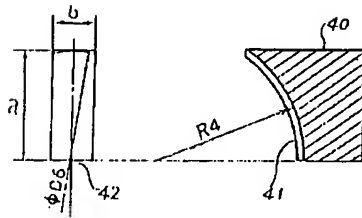
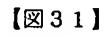
【図26】



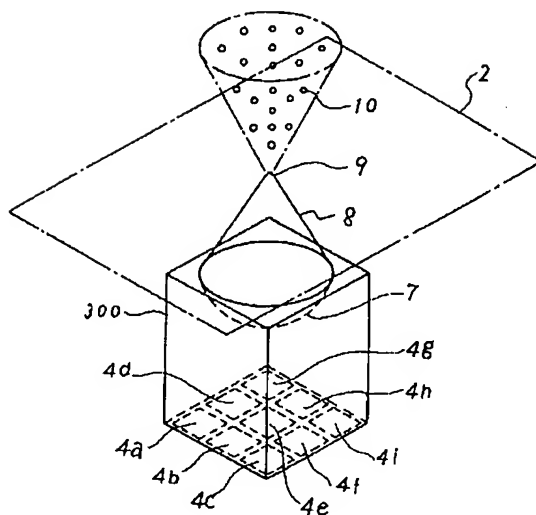
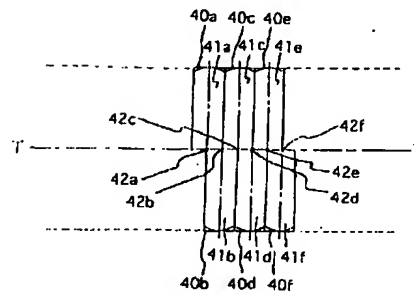
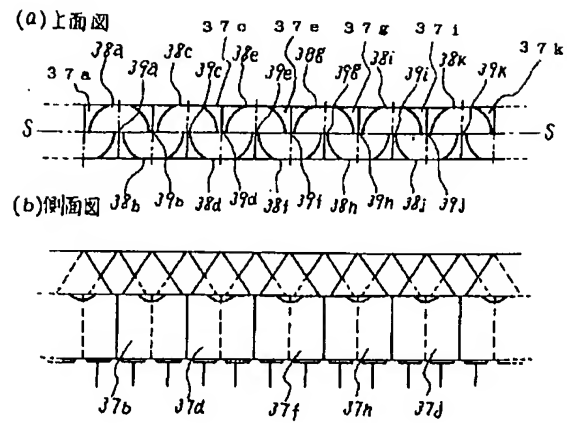
【図29】



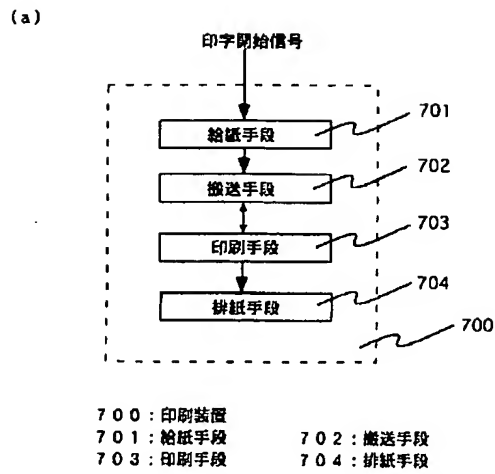
【图 28】



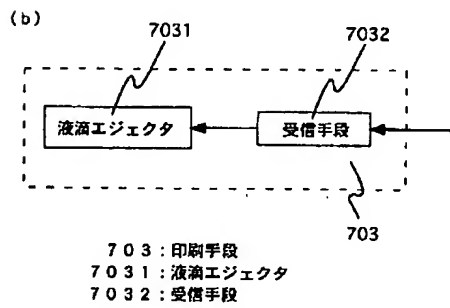
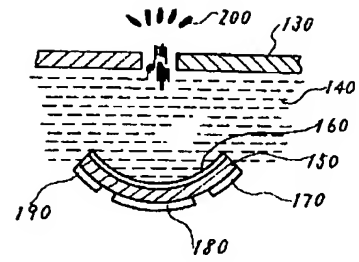
【図 30】



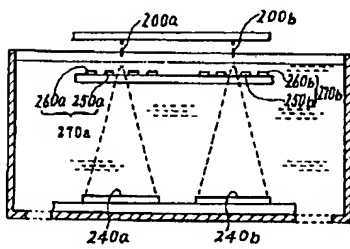
【図34】



【図36】



【図38】



【図39】

